

Audition au Conseil d'État

Dans le cadre de l'étude annuelle 2024 sur « La souveraineté »

Hélène Gassin, Yves Marignac – Association négaWatt

Note du 20 mai 2024, support et complémentaire à l'audition du 29 février 2024

• L'Association négaWatt est une association d'experts qui produit depuis une vingtaine d'années des scénarios de transition énergétique ambitieux, ancrés dans l'expérience de terrain de nos membres, basés sur une démarche combinant sobriété, efficacité et renouvelables et couvrant l'ensemble de l'économie française. Le dernier a été publié en octobre 2021.

• Nous avons également publié en juin 2023 pour la première fois un scénario européen, CLEVER, construit selon la même approche à partir de trajectoires nationales et porté par un réseau d'environ 25 partenaires dans une vingtaine de pays européens.

• Ces scénarios sont à la fois le lieu de construction d'une vision mobilisante à long terme, d'une trajectoire réaliste pour atteindre la soutenabilité, et des politiques et mesures à mettre en œuvre pour cela.

Notre champ principal de réflexion est l'énergie, et nous ne menons pas de réflexion sur la souveraineté au sens large. Mais notre **approche systémique** nous conduit à envisager également des sujets relatifs à l'empreinte en matières premières, aux liens avec l'agriculture et la forêt, et nous rend vigilants sur la nécessité d'une **démarche de souveraineté cohérente** (énergétique, alimentaire, matières...).

Notre approche s'inscrit également dans une recherche de **soutenabilité forte**, adossée aux 17 objectifs de développement durable (ODD), consciente du dépassement des limites planétaires, et inspirée par la théorie du « donut », i.e. d'un espace économique juste et sûr pour l'humanité se situant entre le plafond environnemental de ces limites collectives et le plancher social de conditions de vie décentes pour tous. À l'inverse de notre passé colonial ou de visions néocoloniales, nous considérons que la **solidarité et l'équité sont une condition de la souveraineté**.

D'une manière générale, nous pensons qu'en matière énergétique au moins, la souveraineté consiste de manière simple à maîtriser tout d'abord ses besoins pour réduire sa dépendance à des ressources, puis à recourir le plus possible à des ressources locales pour réduire la part de cette dépendance qui relève d'approvisionnements extérieurs. Le tout n'a pas pour objet de se rendre indépendant, ce qui est illusoire, mais d'être en mesure de choisir des interdépendances plutôt que de subir des dépendances.

Q1 — Que vous inspire la notion de « souveraineté énergétique » ? Est-elle crédible dans un monde d'interdépendances ? À quelle échelle peut-on envisager de concrétiser cette ambition ?

La notion d'indépendance totale n'existe pas. Les interdépendances ne sont pas un problème, elles sont au contraire vitales puisque la répartition des ressources ne coïncidera jamais, géographiquement et donc géopolitiquement, avec la répartition des besoins.

Les interdépendances sont une richesse dès lors qu'elles s'inscrivent dans un cadre équitable et choisi par tous. La souveraineté, cela veut donc dire être **maître de ses décisions** : il s'agit à la fois de réduire les **dépendances univoques** et de construire autour des dépendances restantes des **alliances solides**.

Contours du concept de souveraineté énergétique

En matière d'énergie, on distingue souvent deux concepts :

l'**indépendance énergétique**, qui porte sur la part de notre consommation d'énergie couverte par une production domestique, et qui doit s'envisager à la fois du point de vue de la dépendance à des ressources matières importées, et à des technologies dont la France n'aurait pas la maîtrise,

la **sécurité d'approvisionnement**, qui peut s'envisager à la fois du point de vue du risque de rupture d'approvisionnement sur les ressources nécessaires aux frontières, mais aussi du point de vue du fonctionnement du système énergétique, et du risque de rupture de la fourniture aux utilisateurs finaux, par exemple en cas de défaillance du réseau électrique.

D'une manière générale, on peut dire que réduire la dépendance énergétique et renforcer la sécurité d'approvisionnement contribuent à la souveraineté, mais ne la garantissent pas.

On peut souligner dans ce cadre plusieurs évidences :

- Réduire les besoins en ressources, en jouant sur le volume et la nature des services attendus (sobriété) et sur le niveau de ressources nécessaire pour fournir un niveau de service choisi (efficacité), conduit à mieux les satisfaire avec des ressources limitées et maîtrisées. C'est donc un moyen essentiel pour réduire les dépendances.
- La dépendance peut porter sur les matières énergétiques, sur les technologies mais aussi

sur les matières premières : l'électrification, qui conduit à de nouveaux besoins en matières comme le lithium pour les batteries, peut substituer une vulnérabilité liée à une dépendance à une autre (la dépendance actuelle au pétrole).

- La souveraineté des uns s'arrête là où commence celle des autres : elle ne peut pas se construire durablement et sereinement sur la base d'un accaparement de ressources.

C'est le cas aujourd'hui, autour des hydrocarbures, avec des pays dépendants économiquement de la consommation de cette ressource, d'autres dépendant économiquement de sa production, et des pays laissés pour compte. Il y a un vrai risque de transférer ce risque vers d'autres matières, comme le lithium nécessaire aux batteries : ainsi, une projection présentée mi-2023 par le Secrétariat général à la planification écologique (SGPE) montrait qu'une trajectoire d'électrification des transports sans modification structurelle conduirait la France à consommer 5 % de la production mondiale de lithium d'ici 2030.

- Les interdépendances doivent donc s'organiser autour d'une meilleure distribution de l'accès aux ressources pour aller vers une souveraineté partagée et réduire les tensions et les conflits potentiels.

Approche multi-échelles

La souveraineté énergétique peut se construire à toutes les échelles, et n'a pas grand sens lorsqu'elle est envisagée à une échelle indépendamment des autres. De l'individu à la communauté mondiale, en passant par les territoires, le national et l'Europe, la capacité à être souverain dépend des interdépendances, qui se jouent toujours autant au niveau infra que supra de l'échelle que l'on considère. Il faut donc articuler les différentes échelles : la construction de la souveraineté doit s'appuyer sur la réduction des déséquilibres à chaque échelle territoriale et la recherche parallèle des complémentarités, dans une perspective de coopération.

Nous avons travaillé sur ce sujet en regardant l'articulation des plans territoriaux avec la trajectoire nationale, entre les Schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) et la Stratégie nationale bas carbone (SNBC), et nous avons pu observer que le même constat prévaut probablement à un niveau infrarégional, jusqu'à l'échelle des Plans climat air énergie territoriaux (PCAET). La logique descendante consistant à vouloir plaquer une trajectoire nationale dans les territoires ne fonctionne pas, car elle ne prend pas suffisamment en compte les spécificités et les dynamiques des territoires ; mais à l'inverse, les territoires ne peuvent en général pas projeter une autosuffisance, et doivent pouvoir inscrire dans une forme de mutualisation

dont une trajectoire agrégée au niveau national doit assurer la bonne coordination.

Nous l'avons surtout exploré en détail au niveau européen avec le scénario *Collaborative Low Energy Vision for the European Region* (Clever), trajectoire européenne construite à partir de trajectoires nationales avec un réseau de 25 partenaires : l'Europe peut assurer son autosuffisance énergétique sur la base d'énergies renouvelables à l'horizon 2050 (ce qui ne veut pas dire être autarcique, mais être en capacité de choisir ses échanges), mais cela repose sur une complémentarité et une solidarité entre les États européens. Dans le scénario Clever, il s'agit d'abord de projeter une maîtrise des besoins équitable, en assurant une convergence entre les niveaux de service rendus à la population dans les différents pays selon une logique de corridors (en s'accordant par exemple sur un seuil haut et bas pour le nombre de km parcourus en moyenne par habitant par an, ou la surface de logement moyenne par personne). Cette base équitable étant posée, l'atteinte de la souveraineté énergétique à l'échelle européenne, dans le respect des engagements climatiques, repose alors sur la mutualisation des potentiels et des contraintes, tous les pays ne disposant pas des mêmes ressources du point de vue par exemple de la production d'électricité renouvelable, de l'activité industrielle ou de la mobilisation des puits naturels de carbone.

Vision globale

Plus largement, dans une perspective globale, posant l'enjeu d'un accès de tous les pays à un niveau d'approvisionnement énergétique permettant des conditions de vie décente pour l'ensemble de sa population, on peut mettre en avant deux aspects structurants :

Du point de vue géopolitique, les principales formes d'énergie présentent, vis-à-vis des deux limites à leur accès que sont la répartition des ressources et le caractère partageable des technologies, des profils très différents, comme le résume le [tableau 1](#) :

- les **énergies fossiles**, dominantes aujourd'hui dans le monde, se caractérisent du point de vue des technologies nécessaires à leur extraction et à leur utilisation par leur caractère relativement partageable. Même si des barrières d'accès existent sur certains segments de cette chaîne, comme le raffinage ou la

production d'électricité en grande centrale, du point de vue économique, il n'existe pas de limitation liée à la sécurité internationale. C'est l'accessibilité de ces technologies qui a assuré leur succès comme moteur des révolutions industrielles, mais leur utilisation reste un enjeu géopolitique majeur, du fait du caractère peu réparti des ressources fossiles, et de l'écart entre cette répartition géologique et la répartition des zones de consommation ;

- par comparaison, les **énergies renouvelables** présentent du point de vue technologique un caractère encore plus partageable. Bien qu'une compétition économique s'exerce sur

certain segments de la production, comme la fabrication en masse de panneaux photovoltaïques ou l'implantation de fermes éoliennes offshore, celle-ci ne connaît pas non plus de limites liées à la sécurité internationale ; surtout, ces technologies restent pour certaines accessibles à une échelle très locale et très simple, permettant leur utilisation par tous. Parallèlement, même si certains matériaux sont nécessaires au fonctionnement de ces technologies, au même titre que les autres formes de production d'énergie, les ressources énergétiques sur lesquelles elles s'appuient ne sont pas des stocks géologiques mais des flux physiques, pour l'essentiel associés au rayonnement solaire (directement, via les cycles de l'air et de l'eau ou via la photosynthèse). Ces ressources, par nature, sont très réparties (même si toutes ne sont pas disponibles au même niveau partout) ;

- à l'inverse, l'**énergie nucléaire** se caractérise non seulement par le caractère peu réparti des ressources géologiques sur lesquelles elle s'appuie, assez similaire à celui des énergies fossiles (même si la répartition géographique en est assez différente), mais par la sensibilité géopolitique des technologies nécessaires à sa mise en œuvre. Celles-ci concernent d'abord les réacteurs nucléaires eux-mêmes, avec l'enjeu de leur sécurité, qui est une première limite à leur déploiement et

explique pourquoi, soixante-dix ans après la première production d'électricité nucléaire, seuls 31 pays exploitent cette technologie (plus trois qui en sont sortis). Mais elles concernent surtout les technologies nécessaires à la transformation de la ressource uranium pour permettre son utilisation dans les réacteurs sous forme de combustible, celle-ci reposant notamment sur l'enrichissement de l'uranium, et dans certains cas le retraitement du combustible usé pour en extraire le plutonium, qui présentent un caractère proliférant : leur utilisation pouvant menée à un usage militaire, elle est strictement encadrée par des textes internationaux.

Ainsi, le nucléaire présente par rapport aux énergies fossiles un caractère sensiblement moins partageable et partagé, là où les énergies renouvelables sont au contraire davantage partageables, et d'ores et déjà mieux partagées. Cette dimension joue un rôle essentiel dans la hiérarchie qu'établit l'Association négaWatt entre ces deux formes d'énergie décarbonée pouvant se substituer aux énergies fossiles pour atteindre les objectifs climatiques : la première se projette dans un monde où l'inégalité d'accès intrinsèque à l'énergie nucléaire et les tensions associées s'opposent à la stabilité et à la soutenabilité, tandis que les secondes projettent un monde où les tensions liées à l'accès à l'énergie peuvent s'estomper.

Tableau 1 • Limites au partage des ressources et des technologies propres aux différentes énergies

	Ressources énergétiques	Technologies de production
Énergies renouvelables	Très réparties	Très partageables
Énergies fossiles	Peu réparties	Assez à très partageables
Énergie nucléaire	Peu réparties	Peu à très peu partageables

Source : analyse Association négaWatt (2023).

Le second point concerne la nécessité, pour articuler les enjeux de souveraineté de chaque pays, ou de chaque entité considérée, avec le besoin de souveraineté des autres, d'inscrire la réflexion dans une perspective d'accès mieux distribué aux ressources énergétiques et à la mise en œuvre des technologies, en s'appuyant sur un **principe de contraction- convergence** : c'est en jouant sur le

levier de la réduction de consommation dans les pays où celle-ci est la plus élevée et semble le plus contribuer au dépassement collectif des limites planétaires que l'on libère le plus vite un accès plus important aux ressources et aux moyens de production, donc une capacité de consommation supplémentaire, dans les pays où le niveau de consommation reste le plus en retrait des

conditions de vie décentes pour tous. Ce principe, qui revient du point de vue de la soutenabilité à accélérer la transition de tous les pays vers un « espace économique juste et sûr », ainsi que le décrit le concept de l'économie du donut, coïncide du point de vue de la stabilité géopolitique avec un renforcement de la souveraineté énergétique

de chaque pays : en effet, celle des pays les plus consommateurs est améliorée par la réduction de la vulnérabilité que constitue leur surconsommation, pendant que celle des pays les moins consommateurs est renforcée par l'accès à une production énergétique domestique.

Q2 — Quels sont les atouts et faiblesses de notre pays pour atteindre l'objectif de souveraineté énergétique ? Pour y parvenir, quels chantiers vous semblent prioritaires à court, moyen et long terme ?

Il faut d'abord constater que la France reste, à rebours du récit construit dans les années soixante-dix, très loin d'une souveraineté énergétique. À la faveur des chocs pétroliers, le développement du nucléaire civil a été présenté, dans le prolongement du rôle du nucléaire militaire comme levier de l'indépendance géopolitique de la France, comme le pilier de son indépendance énergétique.

Comptabilité énergétique

Les pouvoirs publics ont même développé à l'époque une comptabilité spécifique de cet indicateur, consistant à considérer que tout kWh d'électricité fourni par le nucléaire était équivalent à 2,58 kWh de pétrole qu'il aurait fallu brûler dans une centrale au fioul pour obtenir la même énergie (ce ratio correspond à un rendement de la centrale de 38 %). Cette comptabilité, contraire aux recommandations de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), est à l'origine du calcul consistant à affirmer que la France a atteint, grâce au nucléaire, un taux d'indépendance énergétique d'environ 50 %. Elle a été maintenue jusqu'au tournant des années 2000 ; les pouvoirs publics ont alors adopté en 2002 (pour l'appliquer au bilan 2001) la convention de l'AIE, qui consiste à considérer que le nucléaire fournit une énergie primaire égale à celle libérée sous forme de chaleur dans le réacteur, qui correspond par convention, dans les réacteurs à eau pressurisée comme ceux d'EDF, à 3 fois l'électricité livrée sur le réseau (rendement de 33 %).

L'importance de cette convention se reflète dans la comparaison de la contribution du nucléaire au bilan énergétique français selon qu'elle est mesurée en énergie primaire (valorisation comptable de la chaleur dissipée dans l'environnement) ou en énergie finale (comptage de l'électricité livrée au réseau), comme indiqué dans le [tableau 2](#). Ainsi, la différence entre la contribution du nucléaire à l'approvisionnement en énergie primaire ou finale reste insignifiante en 1973, où

le nucléaire ne fournit que 8 % de l'électricité. Elle devient en revanche majeur en 2001, date de plein fonctionnement du parc de 58 réacteurs d'EDF (après le démarrage de Civaux-2 fin 1999) et de relatif pic de la part du nucléaire dans la production d'électricité, à 76,7 % : la consommation d'électricité représentant alors 21,5 % de l'ensemble de la consommation énergétique finale, il est naturel que le nucléaire n'en représente lui-même que 16,6 % ; rapporté à un bilan en énergie primaire, où les deux tiers d'énergie produits dans les réacteurs perdus sous forme de chaleur sont comptabilisés au numérateur et au dénominateur, ce taux passe artificiellement à plus de 34 %. En 2022 (plus récent bilan complet disponible), bien que la production nucléaire ait au contraire connu un niveau historiquement bas depuis la mise en place du parc, le rôle accru de l'électricité dans la consommation énergétique finale, à 27 %, conduit au maintien du nucléaire au même niveau de 16,6 % ; du fait de l'augmentation de la part des renouvelables électriques, qui contrairement à lui sont valorisées au même niveau en énergie primaire qu'en énergie finale, sa contribution en énergie primaire est encore réévaluée à plus de 36 %.

Tableau 2 - Évolution de la contribution des énergies fossiles, renouvelables et nucléaire à la production primaire, à la consommation primaire et à la consommation finale en France (1973, 2001, 2022)

	Production d'énergie primaire ^a			Consommation d'énergie primaire ^b			Consommation finale énergétique ^c		
	1973	2001	2022	1973	2001	2022	1973	2001	2022
Total (TWh)	506	1 554	1 249	2 089	3 128	2 482	1 554	1 843	1 532
Énergies fossiles	59,3 %	3,7 %	0,7 %	90,4 %	54,2 %	48,8 %	89,9 %	72,5 %	62,5 %
Énergies renouvelables	32,0 %	14,0 %	27,8 %	8,6 %	11,0 %	14,9 %	9,3 %	9,8 %	20,8 %
Nucléaire	8,7 %	82,3 %	71,5 %	1,0 %	34,8 %	36,2 %	0,8 %	16,6 %	16,6 %
<i>dont part uranium domestique^d</i>	<i>100 %</i>	<i>2,5 %</i>	<i>0 %</i>	<i>100 %</i>	<i>2,5 %</i>	<i>0 %</i>	<i>100 %</i>	<i>2,5 %</i>	<i>0 %</i>
Indépendance énergétique^e	—			En énergie primaire			En énergie finale		
Hors déduction de l'uranium	—	—	—	9,6 %	45,8 %	51,1 %	10,5 %	26,4 %	37,4 %
Uranium importé déduit	—	—	—	9,6 %	11,9 %	14,9 %	10,5 %	10,2 %	20,8 %

- Part dans la production d'énergie sur le sol national ; le nucléaire est compté comme production de chaleur par les réacteurs.
- Part rapportée à la consommation totale d'énergie primaire, corrigée du climat, moyennant des ajustements par proportionnalité sur les échanges (électricité), sur la base des informations disponibles.
- Part rapportée à la contribution à la fourniture d'énergie finale pour les usages énergétiques (hors consommation non énergétique), moyennant des ajustements par proportionnalité sur l'électricité et la chaleur sur réseau, sur la base des informations disponibles.
- Part de la production nucléaire pouvant être rapportée à une production domestique d'uranium ; en l'absence de données détaillées, celle-ci est arbitrairement fixée à 100 % en 1973, où l'extraction de plus de 1 600 tonnes d'uranium en France excède les besoins, 2,5 % en 2001, avant-dernière année de production avec 184 tonnes (le dernier puit ayant fermé en 1995), et 0 % en 2023.
- Ratio entre la production domestique et la part importée dans la consommation totale d'énergie.

Source : d'après DGEMP (2002), Bilan énergétique de l'année 2001 ; SDES (2023), Chiffres clés de l'énergie – Édition 2023.

Cette comptabilité cache une autre convention, qui consiste à considérer toute la production d'énergie dans les réacteurs nucléaires comme domestique, indépendamment de l'origine de l'uranium utilisé. Pourtant, si celui-ci peut être considéré à 100 % d'origine domestique en 1973, compte tenu du niveau d'extraction, il n'atteint plus qu'une petite fraction (conventionnellement fixée ici à 2,5 %) en 2001, où la production s'arrête, et 0 % depuis.

Selon la comptabilité officielle de l'indépendance énergétique, rapportée à l'énergie primaire et sans décote de l'uranium importé, celle-ci est ainsi passée grâce au programme nucléaire de moins

de 10 % en 1973 à 46 % en 2001, et s'est maintenue et même renforcée depuis grâce aux renouvelables pour atteindre 51 %. Rapporté à l'énergie finale, le calcul donne un résultat moins glorieux, puisque l'indépendance énergétique n'a selon cette convention progressé que de 10,5 % en 1973 à 26,5 % en 2001, sur la période de déploiement du nucléaire ; depuis, malgré la baisse de la production nucléaire, le déploiement des renouvelables a porté celle-ci à 37 %. Mais c'est surtout si l'on déduit l'uranium importé pour ne plus compter le nucléaire comme une production intrinsèquement domestique que la différence devient majeure : en effet, avec cette convention, le taux

d'indépendance énergétique n'a progressé que jusqu'à 12 % en énergie primaire, et stagné à 10 % en énergie finale entre 1973 et 2001, ne montrant aucun gain réel lié au nucléaire ; il a depuis

progressé, à la faveur du démarrage des nouvelles énergies renouvelables, mais n'atteint en 2022 que 15 % en énergie primaire et un peu plus, avec 21 % en énergie finale.

Principales faiblesses

Cette mise en perspective souligne les faiblesses auxquelles s'expose la France, du point de vue de son indépendance ou de sa sécurité énergétique. En premier lieu, de manière évidente, la France reste fortement dépendante des énergies fossiles, et donc de leur importation : celles-ci fournissent plus de 62 % de la consommation d'énergie des collectivités, des entreprises et des ménages, et globalement, les importations d'hydrocarbures n'ont reculé que de 15 % environ entre 1973 et 2022, d'environ 1 350 TWh à 1 150 TWh. Cette dépendance est particulièrement aiguë dans les transports, qui dépendent à 90 % du pétrole tout en restant le seul secteur dont la consommation d'énergie reste orientée à la hausse.

Cette dépendance fossile porte également pour partie sur des besoins de matières premières pour des fabrications industrielles, hors énergie – les usages non énergétiques de matières énergétiques, tels que le charbon pour l'acier, le gaz fossile pour en extraire l'hydrogène nécessaire par exemple pour l'ammoniac, le pétrole pour les plastiques. La réduction de cette dépendance, qui relève de leviers différents, même s'ils peuvent être similaires à ceux décrits dans la suite, n'est pas traitée spécifiquement ici, mais il faut bien sûr garder en tête le fait que les effets de ces dépendances peuvent, du point de vue des approvisionnements et de leur sécurisation, se cumuler.

La faiblesse du système énergétique français, vis-à-vis de l'approvisionnement énergétique, tient aussi à son caractère globalement peu efficace. C'est ce qu'illustre notamment l'enjeu des passoires thermiques et de la rénovation énergétique des bâtiments : le retour d'expérience nous conforte malheureusement dans l'idée, exprimée depuis longtemps par négaWatt et par d'autres, que les efforts en matière d'efficacité apportent de la robustesse économique et sociale ; pour le dire autrement, un investissement plus massif et mieux affecté à la performance dans la rénovation nous aurait protégé d'un impact aussi brutal de la crise en Ukraine. De même, la dépendance croissante de l'économie et des modes de vie au transport routier constitue une fragilité majeure, contre

laquelle les efforts de maîtrise de la demande peuvent être perçus positivement comme un coût assurantiel.

Face à cette faiblesse, le premier risque est le manque de lucidité : le débat public et les politiques publiques restent constamment focalisées, reproduisant des schémas politiques installés dans les années soixante-dix, sur l'enjeu de la production domestique d'énergie, et donc par réflexe sur le soutien à la filière nucléaire, ne concentrant l'attention que sur l'offre et sur l'électricité, aux dépens de toute approche plus globale et plus équilibrée.

Ce focus est d'autant plus paradoxal que le retour d'expérience nous éclaire régulièrement sur les fragilités qu'engendre une telle approche. Le système énergétique génère également, du point de vue de la sécurité d'approvisionnement aux consommateurs finaux, d'importantes vulnérabilités. L'existence d'environ 12 millions de personnes considérées en précarité énergétique, la dépendance devenue insupportable à la voiture pour des distances à parcourir de plus en plus longues au quotidien, telle que l'a révélée la crise des gilets jaunes, les 116 milliards d'euros dépensés en 2022 en facture énergétique (2,6 fois plus qu'en 2021) et les plus de 110 milliards de dépenses publiques cumulées, fin 2023, pour les différents volets au bouclier énergétique introduits depuis 2021 en sont quelques illustrations. Sur un plan différent, les effets de la tempête de 1999, comparés à ceux observés dans les pays voisins, ont mis en évidence les fragilités d'un système électrique trop centralisé et insuffisamment redondant, qui a été renforcé mais n'a pas évolué en profondeur depuis.

Mais l'événement récent le plus significatif reste sans doute l'épisode de la corrosion sous contrainte affectant les circuits d'injection de sécurité et d'autres circuits importants des réacteurs nucléaires, qui a montré la vulnérabilité que peut générer la dépendance du système électrique français à un parc nucléaire très standardisé sur le plan technique (il ne compte que trois paliers, ou

six sous-paliers en tout pour 56 réacteurs en service) comme de son âge (quatre cinquièmes des réacteurs ont été mis en service pendant la première décennie du programme). Cet événement générique de sûreté a conduit à l'indisponibilité fortuite et longue d'une quinzaine de réacteurs, représentant environ 20 GW, représentant près de 15 % de la capacité de production installée en France. La perte totale, non prévisible et pendant plusieurs mois d'une telle fraction de la capacité est sans doute l'événement singulier le plus pénalisant auquel puisse être confronté aujourd'hui le système électrique, loin devant les défaillances de la production renouvelable du fait des aléas climatiques, qui sont par nature fortuites mais également prévisibles par l'étude des conditions météorologiques. Il n'existe a priori pas d'aléa aussi pénalisant que celui-là dans des scénarios allant vers 100 % d'énergies renouvelables.

Atouts

D'une manière générale, il convient pour mettre en évidence les atouts dont dispose la France en regard de ces faiblesses de commencer par poser la question de la sécurité énergétique dans des termes plus larges que ceux de la production ou de l'approvisionnement. La souveraineté, c'est plus généralement la capacité à alimenter les consommateurs finaux, pas seulement à importer ou produire.

Le principal atout de la France, c'est la diversité et la richesse de ses « gisements » en énergies renouvelables, qui restent trop peu exploités : on peut par exemple souligner que la France était le seul pays sur 28 à avoir pris cet engagement dans le cadre européen (les pays actuels de l'Union européenne, plus le Royaume-Uni quand il en était encore membre) à rater en 2020 son objectif de part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale. Depuis, plusieurs scénarios publiés par l'Association négaWatt (*Scénario négaWatt 2022*), mais aussi et surtout par l'ADEME (*Transition(s) 2050*), et par RTE (*Futurs énergétiques 2050*) – dans une moindre mesure pour ces derniers, puisqu'ils ne modélisent en fait que la trajectoire électrique –, ont montré la possibilité d'aller d'ici 2050-2060 vers un niveau de production domestique auto-suffisant, qu'il repose sur 100 % d'énergies renouvelables ou

Il est dès lors très surprenant de constater que, si cet épisode a activé des bons réflexes par la peur qu'il a générée, tels que le plan de sobriété, il a aussi activé de façon absurde l'idée qu'un recul du nucléaire serait à l'origine de cette faiblesse, et qu'un recours accru à cette option serait dès lors nécessaire pour accroître la sécurité énergétique. Dans l'attente de nouveaux moyens de production, le recours au nucléaire existant constitue au contraire une vulnérabilité croissante : même si le phénomène de corrosion sous contrainte n'est lui-même pas un phénomène lié au vieillissement, celui-ci accroît mécaniquement le risque d'apparition d'un problème générique, dont les implications seront proportionnelles au niveau de dépendance du système énergétique à la production nucléaire. Dans un autre registre, on peut souligner que des grèves dans les raffineries ou des grèves des routiers seraient aussi susceptibles de causer d'importantes ruptures d'approvisionnement, illustrant d'autres vulnérabilités.

intègre encore une part, dans tous les cas minoritaire, de nucléaire. Le scénario *Collaborative Low Energy Vision for the European Region* (Clever), publié en juin 2023 par négaWatt avec le soutien d'un réseau de partenaires européens, souligne même que dans une perspective d'atteinte solidaire à l'échelle européenne de nos engagements climatiques, la France a la capacité et la responsabilité d'être exportatrice en énergies renouvelables d'ici 2050.

La France bénéficie aussi d'un niveau d'expertise et d'ingénierie élevé : les dépendances technologiques ou de filières, comme celles que l'on observe aujourd'hui sur les outils de production renouvelables, ne sont pas inévitables mais celles que l'on choisit de subir.

Enfin, elle possède un potentiel élevé d'économies d'énergie – c'est le revers positif de la médaille du manque d'action pérenne dans ce domaine. C'est vrai à long terme, avec un potentiel de réduction des consommations finales estimé par les scénarios entre 40 % et 50 % d'ici à 2050. C'est vrai aussi à court terme, cf. l'impact du plan de sobriété mis en place l'an dernier, qui s'est traduit par une baisse de 10 % environ de la consommation d'électricité et de gaz l'hiver dernier – un niveau qui semble s'être maintenu cet hiver.

Il faut aussi avoir en tête l'enjeu des matières premières : sur ce plan, compte tenu des stocks accumulés en métaux plus ou moins critiques

notamment (ex. cuivre) dans nos infrastructures et nos équipements, il est nécessaire d'anticiper la mise en place des filières de recyclage.

Chantiers prioritaires

Le gouvernement semble miser prioritairement, dans le cadre de sa politique énergétique et climatique, sur l'électrification pour décarboner, et sur le nucléaire pour électrifier. C'est notamment ce qui ressort du projet de Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), présentant la première partie de la trajectoire de Stratégie française énergie climat (SFEC), qu'il a soumis à consultation fin 2023. Ce sont plus encore les orientations qui ressortaient de l'avant-projet de loi dit pour la souveraineté énergétique qu'il a temporairement présenté en janvier 2024, avant de le retirer dans l'attente d'une concertation plus globale, à venir. Cet avant-projet de loi qualifiait en effet le nucléaire de « socle d'approvisionnement », réactivant ainsi le narratif qui a fait, pendant plusieurs décennies, du nucléaire le « pilier » de la politique énergétique. Dans les termes mêmes de l'avant-projet de loi, cette priorité venait aux dépens des énergies renouvelables, renvoyées au rang de complément, de l'efficacité énergétique, dont les moyens et les objectifs semblaient affaiblis, et de la sobriété énergétique, largement mentionnée dans l'exposé des motifs mais ne trouvant aucune traduction concrète dans le projet de texte.

Cet ordre de priorité est en réalité contraire à l'analyse des effets des différents leviers mentionnés ci-dessus sur les principaux enjeux associés à l'objectif de souveraineté énergétique. Le **tableau 3** résume, à titre indicatif, les principaux effets attendus, du point de vue des principaux critères liés à l'indépendance énergétique d'une part et à la sécurité d'approvisionnement d'autre part, des leviers mobilisables dans le cadre plus général d'une politique de lutte contre le changement climatique : réduction de la demande par la sobriété et l'efficacité, transfert d'usages vers l'électricité, plus facilement décarbonable, et mobilisation d'une production décarbonée, avec les énergies renouvelables d'une part et le nucléaire d'autre part.

Tableau 3 • Principaux effets attendus des grands leviers de décarbonation du système énergétique du point de vue de l'indépendance énergétique et de la sécurité d'approvisionnement

		Indépendance énergétique		Sécurité d'approvisionnement	
		Dépendance matières	Dépendance technologique	Rupture d'appro. (importations)	Risque sur la sécurité électrique
Maîtrise de la demande	Sobriété	☑ Réduction des besoins	☒ Pas de sujet	☑ Réduction des besoins	☑ Baisse en énergie et puissance
	Efficacité	☑ Réduction des besoins	? Selon les secteurs et les options	☑ Réduction des besoins	☑ Baisse en énergie et puissance
Électrification des usages		☒ Enjeux matériaux (cuivre, lithium)	? Selon les secteurs et les options	☒ Selon la mise en œuvre	☒ Hausse en énergie et puissance
Renouvelables	Thermiques	☑ Substitution aux fossiles	☒ Pas de dépendance subie	☑ Substitution aux fossiles	☑ Production pilotable
	Électriques	☒ Énergies de flux Sujets matériaux	☒ Pas de dépendance subie	☑ Substitution aux fossiles	☒ Production variable, mais prévisible
Nucléaire	Existant	☒ Dépendance uranium	☒ Pas de changement	☒ Pas de changement	☒ Pilotable, mais vulnérabilité croissante
	Nouveau	? Selon options et mise en œuvre	? Selon options et mise en œuvre	☒ Pas de changement	☒ Pilotable, mais incertitude échéances

Source : analyse Association négaWatt (2023).

La priorité doit être d'abord à la sobriété, qui a pour effet de réduire les besoins, ce qui entraîne toutes choses égales par ailleurs sur le plan technique une moindre dépendance aux matières, un risque réduit de rupture d'approvisionnement, et une baisse de la contrainte en énergie et en puissance sur le système électrique. Il s'agit bien sûr ici de pérenniser les gains obtenus de façon conjoncturelle, à la faveur de la crise ukrainienne et de la défaillance du parc nucléaire, par l'activation au niveau national, dans les collectivités et par des entreprises, de plans de sobriété. Il faut aussi, au-delà de la sobriété dite « servicielle » que ces plans ont activée (une utilisation plus pertinente, et modérée des équipements, véhicules, bâtiments existants...), engager le chantier d'une sobriété structurelle, s'appuyant sur des leviers de sobriété « dimensionnelle » (évolution de la taille et du nombre des équipements, véhicules, bâtiments...) et « organisationnelle » (mutualisation, transfert d'usage, aménagement du territoire...).

Il faut ensuite dégager sérieusement les moyens pour l'efficacité, qui active les mêmes effets positifs liés à

la baisse de la demande, avec une réserve possible du point de vue de la dépendance technologique selon les modes d'efficacité mobilisés (en lien notamment avec le numérique). La priorité dans ce domaine porte clairement, compte tenu de son impact quantitatif, sur la rénovation thermique des bâtiments. Il s'agit ici de se donner enfin les moyens de déployer des rénovations complètes et performantes, plutôt que de chercher, comme semble tenté de le faire le gouvernement, de gonfler artificiellement les résultats en changeant le périmètre et les indicateurs (réforme du DPE, réflexion sur le coefficient énergie finale / énergie primaire applicable aux différents modes de chauffage, etc.).

Enfin, il faut accélérer sur les énergies renouvelables, en assumant d'en faire le cœur d'un système énergétique souverain pour débloquer tous les freins politiques et administratifs. Les énergies renouvelables, en mobilisant les flux énergétiques naturels sur le territoire, se substituent à des besoins d'importation d'autres ressources énergétiques. Elles s'exposent toutefois, s'agissant des nouvelles énergies

renouvelables électriques, à deux effets potentiellement négatifs pour la souveraineté énergétique.

Le premier concerne l'accès aux matériaux nécessaires au déploiement des moyens de production photovoltaïques et éoliens. Sur ce plan, le scénario négaWatt 2022, qui intègre une modélisation complète des besoins de l'économie française en matières premières d'ici à 2050, met en évidence deux éléments rassurants. D'une part, le déploiement des énergies renouvelables elles-mêmes ne fait apparaître aucun besoin critique sur un matériau critique (il ne génère ni besoin spécifique en terres rares, ni accroissement critique des besoins sur un métal critique, etc.), même si le déploiement du réseau électrique décentralisé peut nécessiter des volumes plus importants (de cuivre, notamment). D'autre part, l'impact de ce déploiement des renouvelables sur les besoins en matériaux divers (y compris l'acier, le béton, etc.) n'engendre aucune augmentation non maîtrisable des volumes ; au contraire, les besoins restent en général limités à quelques pourcents de la demande globale en matériaux de l'économie française, qui est elle-même en contraction pour la plupart d'entre eux grâce aux actions de sobriété.

Le second concerne le caractère variable, et même fatal de cette nouvelle production électrique, dépendante par nature des régimes de vent ou d'ensoleillement. Il est important de souligner sur ce point que le caractère non pilotable de ces énergies n'est pas rédhibitoire : ce dont il est question à moyen-long terme est de déplacer la « pilotabilité » de la production vers d'autres leviers de flexibilité, liés à la redondance et à la mutualisation des moyens sur le réseau (interconnexions à différentes échelles), aux options de pilotage de la demande (programmation du fonctionnement de certains équipements, des recharges de véhicules électriques...) et aux solutions de stockage à différentes échelles d'énergie et de temps (batteries, stations de pompage-turbinage – STEPs –, et à terme solutions de type « power-to-gas »). Ces différents moyens existent déjà à des niveaux de maturité technologique et industrielle qui permettent de projeter leur déploiement, à des coûts maîtrisés, aux horizons où le niveau de pénétration des renouvelables le rendra nécessaire. Le plus important est que si la production de l'éolien ou du photovoltaïque est effectivement variable et fatale, elle est également prévisible, avec des délais de prévision, une fiabilité et une précision correspondant aux différents besoins d'anticipation (depuis la projection précise de la production photovoltaïque à 24 heures à l'anticipation plusieurs semaines à l'avance d'une période hivernale sans vent).

À l'inverse, les priorités sur lesquelles s'appuie le gouvernement pour sa politique de décarbonation semblent plutôt de nature à dégrader, via différents effets, la souveraineté énergétique. L'électrification des usages, lorsqu'elle est poussée sans l'associer à de la sobriété, risque notamment d'engendrer une forte dépendance à des matériaux critiques. C'est le cas pour le lithium (en supposant qu'il reste à la base de la satisfaction du besoin en batteries), dont la projection du SGPE montre que la demande française risque d'excéder largement une proportion raisonnable – et réalistement mobilisable – de la production mondiale si l'électrification des transports ne s'accompagne pas d'une réduction de la taille et du nombre des véhicules, comme des volumes de fret. Cela peut également être le cas pour le cuivre, en lien avec les besoins de câbles et d'équipements associés à l'électrification.

Parallèlement, celle-ci pousse à la hausse le système électrique, en énergie et/ou en puissance. L'incitation à équiper en chauffage électrique des bâtiments sans les doter d'abord d'une bonne performance énergétique risque par exemple, même en encourageant dans ce contexte les pompes à chaleur, de faire augmenter de plusieurs GW la pointe hivernale, alors même que la thermosensibilité de la demande électrique (en période de froid, un degré en moins appelle 2,4 GW de production supplémentaire) constitue déjà un problème structurant pour la sécurité du système.

Enfin, le levier nucléaire ne semble pas, en regard des différents effets décrits ci-dessus, apporter d'amélioration significative à court, moyen et long terme. Au contraire, il risque d'introduire de nouvelles vulnérabilités, qu'il s'agisse de l'objectif de prolongation et de renforcement de la production du parc nucléaire existant, ou de nouveaux réacteurs. Dans le premier cas, la volonté de pouvoir compter sur une production revenant à un facteur de charge plus conforme aux attentes (alors qu'il est déjà traditionnellement moins élevé que celui d'autres parcs nucléaires importants, avec 70 à 75 %, il a chuté en 2022 à pratiquement 50 %, avant de se redresser dès 2023) se heurte aux incertitudes croissantes sur les indisponibilités de réacteurs, tant au niveau des durées d'arrêt pour les opérations de renforcement liées à la stratégie de prolongation que du risque croissant, avec le vieillissement, d'apparition de problèmes génériques. La production du parc a non seulement suivi une tendance à la baisse depuis une dizaine d'années, mais elle a également montré des fluctuations de plus en plus importantes et

imprévisibles. Dans le second cas, la construction de nouveaux réacteurs, dont la mise en service n'est de toutes façons pas envisagée avant 2035-2037 pour le premier d'entre eux, ne peut apporter une garantie de fourniture à une échéance donnée : le retour

d'expérience nous enseigne au contraire que des retards sont la règle, et qu'ils peuvent atteindre, dans des cas extrêmes comme celui de l'EPR de Flamanville, plus d'une dizaine d'années.

Q3 — Comment concilier souveraineté énergétique, réindustrialisation et transition énergétique ?

Que cela soit au niveau européen ou national, la période récente a fait remonter à l'agenda les enjeux de souveraineté, tant du point de vue géopolitique qu'économique, qui avaient peut-être eu tendance à passer progressivement au second plan face à la montée de l'urgence climatique. Certains acteurs cherchent aujourd'hui à opposer ces deux agendas, en faisant porter à l'écologie les faiblesses de notre système. En réalité, lorsqu'on analyse l'impact des différents leviers, les priorités d'action convergent.

Dans notre scénario négaWatt 2022, la transition énergétique implique une réindustrialisation, mais celle-ci est choisie. Il ne s'agit pas de faire de la réindustrialisation un objectif premier, et de prévoir une réindustrialisation globale et massive qui n'est ni réaliste du point de vue économique, ni cohérente avec les autres enjeux, notamment celui de réduction de notre empreinte écologique. La réindustrialisation que nous avons modélisée de manière plus fine pour la France dans le scénario négaWatt, et travaillée sous forme d'orientations à l'échelle européenne dans le scénario Clever se concentre sur les filières réellement stratégiques et réalistement mobilisables. Partant d'une analyse par branche ou par produit du ratio actuel entre production domestique et consommation, et d'une projection sur l'évolution souhaitable de la consommation domestique, la possibilité réaliste de maintenir ou de renforcer la production nationale, et l'éventuelle opportunité voire la responsabilité liées au maintien d'exportations, elle projette une évolution adaptée de ce ratio production-consommation. On peut ainsi déterminer quelles filières il est à la fois stratégiquement, écologiquement et socialement pertinent, et réaliste économiquement de développer, de renforcer, voire parfois de relocaliser.

Cela concerne par exemple les filières renouvelables, les matériaux de rénovation, le textile, les filières de recyclage, la réorientation du secteur automobile vers la production de véhicules électriques urbains partageables. Ainsi par exemple, pour le secteur textile, le ratio production-consommation, qui était de 0,15 en 2015, passe à 0,56 en 2050 : la consommation

domestique diminue de 30 % en volume, mais elle s'accompagne d'une durabilité plus grande des textiles, donc d'une qualité accrue et de prix plus élevés, permettant un maintien global en volume ; cette évolution qualitative permet aux filières françaises de regagner en compétitivité, donc de plus que doubler leur production ; cette évolution vers de la qualité et de la production plus locale permet enfin d'augmenter fortement les taux de recyclages, portés de 10 % environ aujourd'hui à 50 % en 2050. Entre l'amélioration des process, la sobriété appliquée à la demande et la relocalisation, les évolutions s'accompagnent bien sûr, dans le textile et plus généralement d'une réduction de l'empreinte carbone.

A contrario, la trajectoire prévue par la PPE autour de priorités à l'électrification et à la réindustrialisation ne fait pas sens :

- elle projette une augmentation de la production industrielle manufacturière sans analyse ni modélisation de son adéquation aux besoins, sur la base d'une projection construite par RTE consistant à porter la part de l'industrie manufacturière à 12-13 % environ du PIB, alors même que celui-ci progresse par hypothèse de 1,3 % par an en moyenne. Même si elle se veut fondée sur un investissement spécifique sur les secteurs stratégiques, ainsi que sur la relocalisation de certaines productions fortement exposées à la concurrence internationale et dont la fabrication à l'étranger est particulièrement intensive en carbone, sa modélisation montre une augmentation relativement proportionnelle de tous les secteurs (si on y fabrique ainsi par exemple 75 % de plus de caoutchouc qu'aujourd'hui, à quels usages cela correspond-il ?). Fondamentalement, elle reste inscrite dans une logique où il s'agit de consommer ce que l'on produit, alors qu'il faut au contraire s'orienter vers une stratégie où l'on produit ce que l'on consomme...
- elle projette une augmentation de la demande électrique d'environ 15 TWh par an en moyenne d'ici 2035, portant celle-ci à 625 TWh environ

(auxquels il faudrait ajouter une marge à l'exportation, pour assurer la sécurité électrique) contre 460 TWh environ aujourd'hui. Cette projection marque une rupture brutale avec la tendance légèrement baissière, de 2 TWh par an environ, observée ces 10-15 dernières années. Ce retour à la hausse serait tiré non seulement par l'industrie, dont la consommation augmente de près de 30 % sur la période, mais aussi par une électrification accélérée des usages, recouvrant aussi bien un nouveau développement du chauffage électrique sans toujours l'accompagner de rénovation thermique performante, une transition rapide vers l'électricité dans la mobilité et les transports, le déploiement d'une production massive d'hydrogène et même l'introduction significative, dès 2030, de carburants issus d'hydrogène produit par électrolyse, ou e-fuels, dans le transport maritime et l'aviation. Outre qu'une telle projection se heurte nécessairement à d'importants problèmes de disponibilité de matériaux comme le lithium des batteries ou le cuivre des réseaux, et de capacité technique de fabrication et d'installation des différents équipements mis en jeu, elle est aussi difficilement compatible avec un rythme réaliste de

déploiement d'une électricité bas carbone dans des conditions maîtrisées et compétitives. À raison de 15 TWh par an, en supposant qu'aucun réacteur en service n'est fermé d'ici 2035, cela revient à ajouter chaque année une capacité installée respectivement de 2 GW pour du nucléaire, ou de 3,5 à 6,5 GW d'éolien selon qu'il est offshore ou terrestre, ou encore de 11 ou 12 GW de photovoltaïque (ou toute combinaison de ces moyens), ce qui est très ambitieux par rapport aux capacités et projections actuelles.

Nous qualifions cette trajectoire de « auto-non réalisatrice », dans le sens où les contradictions qu'elle porte en elle ne peuvent conduire le système, par une régulation technique, économique ou politique, qu'à résister à sa mise en œuvre en privilégiant d'autres options : résistance à l'électrification, frein aux relocalisations, recours à l'importation d'électricité en partie carbonée...

Nous tirons de cette analyse la conclusion suivantes : **la sobriété et l'efficacité ne sont pas contradictoires avec réindustrialisation et électrification ; en revanche, sans elles, électrification et réindustrialisation n'assurent ni transition, ni souveraineté.**

Q4 — Quel est le potentiel de développement des différents types d'ENR ?

La France a la chance de posséder, sur l'ensemble des filières renouvelables, le potentiel le plus diversifié et l'un des plus élevés d'Europe. Le scénario négaWatt 2022 montre que sous réserve d'une action cohérente et résolue sur les leviers de sobriété et d'efficacité, la France dispose d'un potentiel suffisant pour répondre à 100 % de ses besoins par des énergies renouvelables locales d'ici 2050. Certains des scénarios développés par l'ADEME confirment ce constat, renforcé par une conclusion similaire pour l'électricité fournie par certains des scénarios étudiés par RTE. Si l'on projette l'enjeu énergétique et climatique à l'échelle européenne, le scénario Clever montre que la France peut même dépasser ce niveau de 100 % pour contribuer à couvrir les besoins de pays européens moins bien dotés.

Ce développement s'appuie dans tous les cas sur une combinaison de l'ensemble des énergies renouvelables disponibles : le maintien d'un socle de production hydroélectrique, le déploiement de l'éolien terrestre et offshore, planté et flottant, le développement du photovoltaïque sous ses différentes formes – des fermes au sol, y compris en agrivoltaïsme, au diffus

en toiture –, mais aussi des énergies renouvelables tirées de la biomasse. Sur ce plan, les différents scénarios soulignent la nécessité de mobiliser cette ressource pour ne pas s'en remettre au tout électrique : il s'agit à la fois de répondre de façon plus pertinente aux usages les plus difficiles à électrifier, et de contenir l'augmentation des besoins électriques dans un volume accessible à la production décarbonée. Cette mobilisation des énergies renouvelables tirées de la biomasse doit toutefois rester compatible avec les différents usages de la production forestière et agricole et leur priorité (alimentation, matériaux...), comme avec les fonctions biologiques et écologiques associées (biodiversité, stockage de carbone dans les sols, etc.). C'est notamment pour cette raison que le scénario négaWatt envisage un développement limité et raisonné de la filière bois-énergie, une mobilisation du biogaz ne reposant que sur l'utilisation de sous-produits ou de déchets agricoles, et ne projette au contraire pas de développement des biocarburants, ceux-ci ne restant cultivés que pour des usages où ils peuvent être indispensables à la décarbonation, comme la substitution du kérozène pour le transport aérien.

Globalement, un scénario comme celui de négaWatt évalue le potentiel de développement des renouvelables à un triplement environ de la production d'ici à 2050. Mais ce résultat est le produit d'un ensemble d'hypothèses se voulant à la fois volontaristes sur la mobilisation de ce levier de décarbonation et de souveraineté énergétique et réaliste du point de vue des conditions de cette mobilisation. Ainsi, ce n'est pas une question de potentiel au sens physique du terme : il s'agit d'organiser un développement équilibré et de mobiliser les moyens nécessaires de manière pérenne pour le mettre en œuvre. Si des limites apparaissent sur certaines filières du fait de contraintes d'usage, d'effet de saturation ou de spécificités géographiques – par exemple sur l'éolien terrestre, ou sur la biomasse –, elle n'empêche pas que leur développement peut être important ; pour d'autres filières, comme le photovoltaïque, le potentiel paraît en revanche loin d'être saturé dans les scénarios mentionnés. En d'autres termes, le développement des énergies renouvelables, y compris jusqu'à atteindre 100 % de besoins énergétiques par

ailleurs mieux maîtrisés, n'impose pas un chemin unique, et peut faire appel à différents équilibres entre les ressources et filières disponibles.

Rapportée aux enjeux de souveraineté, ces trajectoires permettent de projeter un déploiement aussi conforme que possible aux objectifs de souveraineté énergétique, en mobilisant non seulement des productions renouvelables domestiques au lieu d'importations de matières fossiles ou fissiles, mais dans des conditions permettant autant que possible de s'appuyer sur le développement de filières industrielles et de chaînes de valeur nationales, tout en évitant les effets de dépendance critique à certaines matières essentielles à ce déploiement. De plus, ce développement peut, comme dans le cas du scénario négaWatt, prendre en compte d'autres dimensions de la souveraineté, comme le fait de maintenir une capacité de production agricole excédentaire pour l'alimentation, ou d'accompagner par le développement des renouvelables dans les territoires un redéploiement industriel.

Q5 – À l'aune de vos expériences, comment s'assurer de la prise de conscience et de l'adhésion de nos concitoyens aux orientations prises ?

Nous constatons, au fil des décennies, deux mouvements différents. D'un côté, le débat politique national sur l'énergie reste globalement très pauvre, en général et sur les sujets de souveraineté en particulier, au sens où il pose les enjeux dans des termes globalement très réducteurs et très éloignés des enseignements tirés des scénarios. On le constate notamment dans la manière où l'imaginaire associant le nucléaire, défini comme le « pilier » de la politique énergétique, à l'indépendance énergétique a pu être construit dans les années 1970 (y compris grâce à des conventions de comptabilité énergétique très discutables) et perdurer. Et dans la manière dont, après une parenthèse initiée par les doutes qu'a pu susciter la catastrophe de Fukushima, et la rupture introduite par François Hollande en 2012, peu de temps avant d'être élu Président de la République, lorsqu'il a évoqué la nécessité pour le pays de « sortir de la double dépendance » aux énergies fossiles et au nucléaire, cet imaginaire est revenu en force à la faveur de la crise ukrainienne (alors même que l'hiver 2022-2023 a plutôt mis en lumière la vulnérabilité qu'engendre le risque de problème générique sur notre parc nucléaire standardisé). Récemment, une candidate à l'élection présidentielle a ainsi pu prétendre

sérieusement s'engager à fermer les éoliennes si elle était élue, alors même qu'une telle décision créerait très probablement des situations de black out...

De l'autre côté, on constate une progression de l'opinion sur différents sujets. Le Baromètre sur la consommation de l'ADEME et de l'ObSoCo, par exemple, montre que la sobriété a une image davantage positive que négative dans toutes les catégories de population, y compris du point de vue de leur proximité politique – soulignant notamment que son rôle pour la souveraineté énergétique semble compris par les publics qui sont le plus sensibles à cet enjeu. De même, les sondages montrent un soutien important au développement des énergies renouvelables, même si certains responsables politiques préfèrent jouer sur l'opposition d'une partie de la population à ce développement, quitte à véhiculer parfois des idées fausses sur leur coût, leurs conditions de mise en œuvre, etc.

On assiste surtout, chaque fois que l'on met en place sur ces sujets un véritable processus délibératif, à l'image des conférences de citoyens ou conventions citoyennes, ou même que l'on organise selon les principes garantis par la Commission nationale du débat public de véritables débats, à une prise de

conscience assez lucide des enjeux, et à un examen critique assez pertinent des différentes options. Ainsi par exemple, ces processus pointent très régulièrement la nécessité et la pertinence, y compris pour la sécurité et la souveraineté énergétiques, d'actions plus poussées de maîtrise de la demande que ce que les responsables politiques semblent considérer comme acceptable.

Plus fondamentalement, les citoyens expriment régulièrement dans ces différents dispositifs leur demande d'être accompagnés par une action structurée et bien proportionnée des pouvoirs publics et des entreprises, plutôt que laissés à la responsabilité d'engager les changements par des gestes individuels. C'est pourquoi les scénarios et la modélisation des trajectoires nous semblent si importants : ils permettent non seulement d'esquisser un futur commun désirable, clé pour embarquer la société dans une action commune, mais éclairent aussi le chemin, donc les conditions opérationnelles de transformation, et par là orientent la réflexion sur les politiques et mesures nécessaires.

Cela permet notamment d'explicitier les coûts et les efforts mais aussi les différents co-bénéfices, et les conditions de leur plus ou moins juste répartition entre catégories d'acteurs ou de population au fil du temps. Ce phénomène d'explicitation est inhérent à la notion même de planification, elle-même rendue nécessaire par la relative nouveauté que constitue l'obligation d'inscrire les politiques et mesures dans des impératifs à long terme, comme les objectifs climatiques.

Les transformations décrites par les scénarios énergie-climat, avec leur ambition d'atteinte de la neutralité carbone et leurs impacts bénéfiques pour la sécurité et la souveraineté énergétiques, ne sont pas plus radicales ou plus brutales sur la période 2023-2050 que celles que notre société a connues sur une période équivalente, c'est-à-dire entre 2000 et aujourd'hui. Au contraire, à bien des égards, la prudence des scénarios vis-à-vis d'une évolution technologique incertaine, ou la difficulté des modèles à projeter des conditions de crise, a fortiori répétées telles qu'on en a connues ces dernières années, dessinent probablement des transformations moins fortes que celles qui risquent, dans un sens ou dans l'autre, de se produire.

Mais la nouveauté, et la difficulté à appréhender cette nécessaire planification sur le plan politique, vient du fait que contrairement aux décennies précédentes, le point d'arrivée doit être décidé. Nous devons

apprendre à nous projeter non plus dans une trajectoire de plus en plus ouverte, mais au contraire de plus en plus fermée. Lorsqu'il est mal assumé, ce phénomène d'explicitation agit davantage comme une faiblesse que comme une force : il permet aux opposants de mettre en avant certaines contraintes ou certaines retombées négatives des transformations proposées, alors même que celles-ci ont globalement des impacts positifs. Le paradoxe est que certaines des politiques menées dans les précédentes décennies, au nom de certains objectifs présentés comme une rationalisation économique ou une réponse aux aspirations de la population, ont pu conduire à des résultats qui, s'ils avaient été explicités sous cette forme à l'origine, n'auraient pas remporté l'adhésion : la suppression progressive des services publics en zone rurale, ou la dépendance croissante à la voiture pour couvrir des distances croissantes illustrent des effets non désirés des politiques d'aménagement du territoire acceptées.

La clé de l'adhésion et de la prise de conscience réside donc d'abord dans un changement de paradigme, où l'on passe de politiques publiques n'explicitant pas tous leurs effets dans des projections théoriquement ouvertes à des politiques publiques assumant la répartition des efforts et des bénéfices dans des projections fermées. Dans ce mouvement, les leviers de la transition énergétique, et du renforcement de la souveraineté énergétique nous semblent susceptibles de remporter l'adhésion. Les principales conditions pour cela sont l'évaluation des alternatives par rapport aux différents efforts et bénéfices, la garantie de justice sociale dans leur répartition, et l'accompagnement de l'action par les pouvoirs publics.

Sur ce dernier point, le rôle de l'État doit clairement changer : si une partie des actions restent au périmètre national et donc de sa responsabilité, la mobilisation des transformations doit de plus en plus se faire à l'échelle des territoires, des acteurs économiques locaux, voire des particuliers. Cette évolution d'un rôle avant tout centralisateur vers un rôle de garant de la cohérence d'actions plus locales, de fédérateur et de facilitateur de ces actions est d'autant moins naturelle s'agissant des objectifs de sécurité et de souveraineté énergétique. Mais elle est cohérente avec le fait que sur ces enjeux aussi, les solutions à promouvoir, qu'il s'agisse d'efficacité, de sobriété ou de renouvelables, sont par nature plus locales, et inscrites dans des dynamiques locales, que des solutions telles que le programme nucléaire national.

Q6 — Quel bilan tirez-vous de l'action de l'UE en matière de souveraineté énergétique depuis une vingtaine d'années ? Quel rôle devrait être son rôle pour l'avenir ? Que vous inspire l'idée d'une « souveraineté européenne » en matière énergétique ?

Globalement, les orientations des politiques énergétiques et climatiques définies à l'échelle de l'Union européenne ont peu été tournées vers un objectif exprimé de souveraineté énergétique, dans un contexte où la souveraineté européenne en tant que telle, dans ses différentes dimensions, est jusqu'à récemment restée un enjeu secondaire pour les institutions européennes comme pour les États membres. Pour autant, sans qu'une politique de souveraineté énergétique soit menée, les politiques de transition énergétique menées au titre des objectifs climatiques ont amené une amélioration de la souveraineté.

Comme à l'échelle française, les leviers de la politique de lutte contre le changement climatique coïncident souvent à l'échelle européenne avec les objectifs de sécurité énergétique ou de souveraineté. Ainsi, les efforts menés avec succès pour augmenter la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie, ou pour améliorer l'efficacité énergétique ont produit des résultats non négligeables dans ce domaine. Plusieurs points de faiblesse méritent pourtant d'être soulignés :

- si l'Union européenne est comme la France peu dotée en ressources hydrocarbures, elle dispose en revanche d'importantes réserves de charbon que certains pays continuent d'exploiter. Dans ce domaine, la souveraineté énergétique encourage le maintien d'une option contraire aux objectifs climatiques, ce qui contribue à fragiliser l'Union européenne en l'exposant davantage aux effets du réchauffement, tout en retardant la mise en œuvre d'options plus conformes aux enjeux climatiques et davantage porteuses de sécurité et de souveraineté énergétique à moyen-long terme ;
- la crise ukrainienne a mis en évidence la vulnérabilité géopolitique et économique que représente encore pour l'Union européenne la dépendance à des importations de matières énergétiques. Les mesures prises pour réduire les importations de pétrole et de gaz depuis la Russie ont certes comporté des mesures d'accélération des renouvelables et des appels aux économies d'énergie. Mais elles ont aussi consisté en des mesures de diversification qui ne font que déplacer la dépendance géopolitique (l'importation

de gaz naturel liquéfié depuis les États-Unis n'était pas considérée comme une option souhaitable lorsque Donald Trump en était le Président, et pourrait donc ne plus l'être en fin d'année s'il le redevient), tout en créant des effets de verrou dans les filières concernées du fait des investissements dans de nouvelles infrastructures telles que les terminaux méthaniers ;

- elle a également mis en évidence la dépendance de l'Union européenne à l'importation des matières nécessaires aux réacteurs nucléaires, que ce soit sous leur forme brute (uranium naturel), « raffinée » (uranium enrichi) ou fabriquée (combustible). Non seulement une part importante de l'uranium naturel importé provient-elle de la zone d'influence russe (Kazakhstan, Ouzbékistan) en transitant sous le contrôle du complexe nucléaire russe Rosatom, mais un tiers de l'uranium enrichi importé dans l'Union était avant la guerre fourni par ce même Rosatom, et le combustible des réacteurs de technologie russe VVER, en Finlande ou dans les pays de l'ex bloc soviétique, a continué à être fourni par ce même opérateur. Ainsi les livraisons par avion (le transit en train par l'Ukraine n'étant plus possible) de combustible à des pays comme la Hongrie ou la Slovaquie ont pu faire partie des très rares exceptions autorisées depuis que les appareils russes sont interdits de survol du territoire de l'Union européenne ;
- enfin, la reconnaissance de la sobriété, et de sa contribution évidente aux objectifs de lutte contre le changement climatique, de réduction de l'empreinte écologique, et de souveraineté et de sécurité énergétique reste insuffisante. C'est le principal message porté par le scénario Clever.

L'Union européenne a fait émerger, à travers son rôle moteur pour l'impulsion de politiques de lutte contre le changement climatique, des politiques favorables à la souveraineté énergétique qui ne s'affichaient toutefois pas, ou que trop peu comme telles. Faute d'un objectif suffisamment explicite et d'une stratégie cohérente sur ce point dans une perspective de moyen-long terme, cette synergie entre objectifs

climatiques et de souveraineté n'est restée que partielle.

À la lumière de la crise ukrainienne comme des potentiels explorés par le scénario Clever, il apparaît qu'une véritable politique de souveraineté énergétique pourrait être davantage développée à l'échelle de l'Union européenne. Elle viserait en premier lieu à renforcer l'action en faveur des énergies renouvelables, de l'efficacité énergétique et surtout à développer une véritable action de sobriété, afin d'aligner l'amélioration de la souveraineté énergétique avec les priorités de lutte contre le changement climatique, et maximiser ainsi les gains sur les deux plans à moyen-long terme. Surtout, comme l'illustre le scénario Clever, une telle politique devrait faire émerger au niveau européen un sentiment de solidarité dans l'atteinte de ces objectifs : d'une part, la mutualisation à l'échelle européenne d'objectifs de souveraineté permet de les atteindre de façon plus raisonnable, en partageant les potentiels dont disposent les différents pays en matière de mobilisation des énergies renouvelables ou de réduction de gaspillages énergétiques, que si chaque État membre recherche la souveraineté à cette échelle ; d'autre part, cette mise en commun favorise le développement de stratégies communes, notamment à l'échelle industrielle, qui à leur tour renforcent la souveraineté.

A contrario, le recours au nucléaire, tel que le promet aujourd'hui le gouvernement français en développant une Alliance nucléaire qu'il cherche à élargir à un nombre croissant d'États membres, risque fort de s'avérer une option contre-productive sur les deux plans. D'une part, une grande partie des gouvernements qui participent à cette alliance ont des orientations conservatrices, populistes voire illibérales qui n'en font pas des champions de l'ambition climatique. Dans de nombreux cas, leur choix d'engager la construction de nouveaux réacteurs relève d'une

stratégie relevant plutôt du statu quo, même lorsqu'elle en fait de nouveaux entrants (le projet de la Pologne de mettre en service ses premiers réacteurs vers 2040, cherchant à justifier par ricochet le maintien de la production électrique au charbon jusque là, en est l'illustration).

D'autre part, son potentiel semble extrêmement limité. Dans son scénario de neutralité carbone à 2050 pour l'Europe publié en mars 2024, EDF projette un mix électrique composé de 77 % d'énergies renouvelables et seulement 16 % de nucléaire, plus un complément de 7 % de thermique fossile avec capture et séquestration du carbone. Cela implique dans le scénario la mise en service d'environ 60 à 120 GWe d'ici là, en fonction des hypothèses sur la prolongation au-delà de 60 ans du fonctionnement des réacteurs existants en Europe. Or, le président d'EDF a par ailleurs fixé en décembre 2023 à l'entreprise l'objectif d'atteindre une capacité de construction de réacteurs équivalente à 1,5 unité de type EPR par an d'ici à 2030. Selon nos estimations, cela ne couvrirait que 3 % des besoins totaux de décarbonation de l'Union européenne d'ici 2050. Or les ressources consacrées à cet investissement risqueraient de manquer à la mise en œuvre d'options plus efficaces. Et parallèlement, cette capacité d'EDF ne suffirait pas nécessairement à répondre aux projets que le gouvernement français encourage dans différents pays : cette stratégie risquerait donc d'ouvrir la voie à la construction en Europe de réacteurs fournis par d'autres pays, sachant que les deux principaux constructeurs sont aujourd'hui des industriels nucléaires chinois, actifs pour le moment sur leur marché domestique mais de plus en plus intéressés par l'exportation, et Rosatom pour la Russie, qui construit actuellement plus de 80 % des réacteurs faisant l'objet d'un marché à l'exportation.

Q7 — Comment répondre aux besoins de compétences sur le marché du travail français pour répondre aux besoins de la filière ?

L'identification des compétences nécessaires et leur mobilisation, par des programmes adaptés en matière de formation initiale ou de reconversion, devrait découler assez naturellement d'une démarche de planification en matière de politique énergétique. Celle-ci devrait être d'autant plus évidente que les orientations prioritaires dans ce domaine sont, selon les différentes évaluations menées à l'appui de

certaines des scénarios, porteuses d'une création nette d'emplois.

Bien entendu, cette création nette résulte du solde entre des emplois créés dans certains secteurs nouveaux ou se développant, et des emplois perdus dans des secteurs dont le déclin, voire la sortie semble au contraire : la transition énergétique désigne bien une transformation du système énergétique et économique, qui suppose un tel transfert. Cela plaide

d'autant plus pour une programmation de l'évolution des compétences et des capacités industrielles, permettant la planification de ces reconversions et la compensation de certains impacts sociaux à l'échelle des territoires les plus touchés.

D'une manière générale, la meilleure réponse à cet enjeu consiste, dans la mesure où les ressources mobilisables en termes de ressources humaines ne sont pas inépuisables, à bien prioriser les actions. De ce point de vue également, l'alignement entre les options les plus favorables à la soutenabilité d'une part et à la souveraineté d'autre part, les plus efficaces et les plus favorables doit prévaloir.

La politique menée par le gouvernement apparaît de ce point de vue à contresens : alors qu'il n'a depuis des années, bien que l'objectif de développement des énergies renouvelables soit un incontournable commun à tous les scénarios de référence, et bien que la rénovation thermique des bâtiments soit un objectif majeur depuis aussi longtemps que le Grenelle de l'environnement de 2007, jamais engagé un véritable plan massif de structuration des compétences sur l'un ou l'autre de ces plans, il décrète à l'inverse aujourd'hui, dans le cadre d'un « Plan Marshal » pour la filière nucléaire, l'objectif de lui permettre de recruter 100 000 personnes dans les 10 prochaines années, dont environ 4 000 ingénieurs par an, ce qui correspond à 10 % de l'ensemble des ingénieurs formés chaque année en France – ce qui ne semble pas atteignable, et poserait si ça l'était un vrai problème de déficit dans d'autres filières. Ce déséquilibre de moyens, et le caractère peu réaliste de ces objectifs vont à l'encontre d'une bonne hiérarchisation des besoins et des priorités préalable à l'affectation des moyens.